

УДК 621.3.045.56

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ РОТОРНОЙ ЦЕПИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Баннов Д. М., Полищук В. И.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Большинство вырабатываемой энергии всего мира потребляется именно асинхронным двигателем (АД) с короткозамкнутой обмоткой ротора (КОР), по сравнению с другими типами электропривода, конструкция АД относительно проста, надежна. Одним из основных особенностей работы АД является скольжение, что делает его незаменимой частью большинства ответственных узлов и механизмов. Тем не менее, случаи остановок различных систем по причине аварии АД довольно часты. Повреждения электрической части, которые возможно выявлять при помощи специальных диагностических приборов можно разделить на две группы: межвитковое замыкание обмотки статора и обрыв обмотки ротора. Данные дефекты выявляются методом спектрального анализа потребляемых токов (токов статора), при котором диагностирование проблемы возможно только при работающем АД [1].

Поврежденная обмотка ротора при вращении наводит искажения в магнитном поле АД, что в значительной степени влияет на статорные токи двигателя. При наличии проблемы, форма потребляемых токов АД изменяется в зависимости от причины повреждения и вида дефекта. На практике наиболее часто встречающейся проблемой является обрыв стержня, возникающий по ряду конструктивных особенностей «беличьей клетки» ротора (рис. 1)

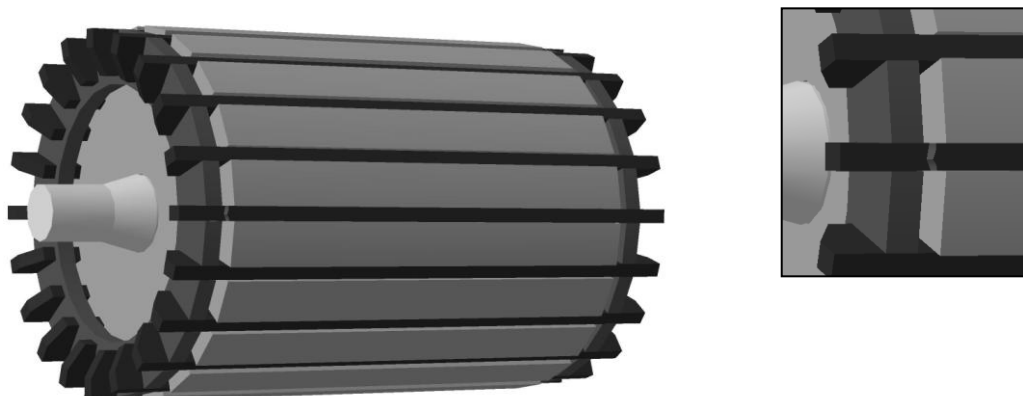


Рис. 1. Ротор АД с повреждением обмотки

Одним из основных методов, применяемых для построения функциональных диагностических систем АД, основан на спектральном анализе токов статора, полученном Фурье-преобразованием. Такой метод имеет значительную погрешность диагностического признака, поскольку достоверное воспроизведение нестационарных сигналов требует бесконечного числа гармоник. Для диагностирования повреждений такого рода, по мнению авторов, наиболее перспективным направлением будет метод, основанный на непрерывном прямом вейвлет-преобразовании [2]:

$$C(a,b) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) a^{-1/2} \psi\left(\frac{t-a}{b}\right) dt,$$

где, $C(a,b)$ – вейвлет-коэффициенты; a – параметр масштаба; b – параметр времени; $\psi_{a,b}$ – базисная функция.

Данный способ был реализован на экспериментальной установке (рис. 2) состоящей из электропривода на базе АД с возможностью повреждения КОР; генератора постоянного тока соединенного с валом АД для возможности симуляции режимов увеличения нагрузки; силовой и пускорегулирующей аппаратуры.

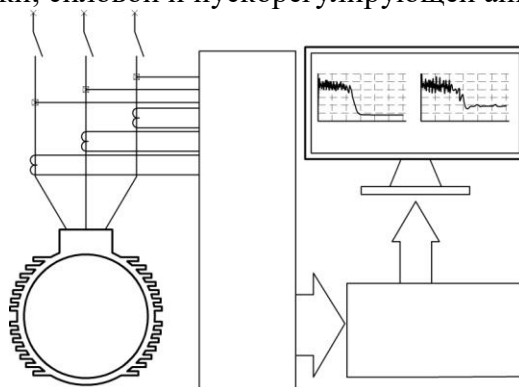


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

Сигналы фазных токов были сняты с помощью датчиков LEM HY 05...25 P и сигналы напряжения LEM LV 25-P/SP3, которые через коннектор ввода CB-68LP обработаны в аналого-цифровом преобразователе NI PCI 6042E (12 разрядов, частота дискретизации 20 МГц, 16 аналоговых входов). Далее были подвержены вейвлет-преобразованию и были выявлены на персональном компьютере средствами программного пакета LABView. Повреждение КОР выполнялось путем высверливания стержня ротора. Поскольку, анализируя каждую фазу отдельно не удалось выявить видимых признаков наличия повреждения КОР, то авторами было принято решение подвергнуть вейвлет-преобразованию результирующий модуль вектора потребляемых токов (рис. 3).

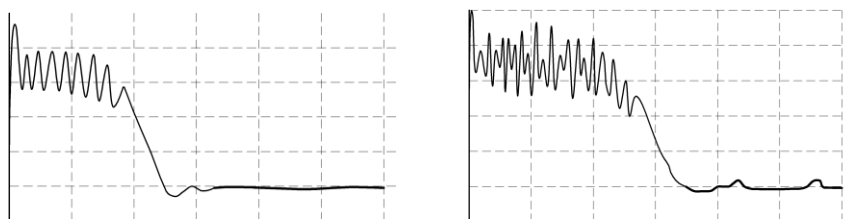


Рис. 3. Результирующий модуль вектора токов статора, а) – без повреждений КОР; б) – с повреждением КОР

Полученный сигнал результирующего модуля вектора был разложен на компоненты и восстановлен обратным вейвлет-преобразованием из коэффициентов декомпозиции. При этом был выявлен самый информативный коэффициент – D5, с помощью которого можно выявить диагностический признак наличия проблемы КОР.

Использование вейвлет-преобразование в качестве метода получения информации о наличии повреждений в роторе АД более предпочтителен, чем спектральный анализ токов статора.

Библиографический список

1. Скоробогатов А.А. Разработка методов контроля состояния короткозамкнутых обмоток роторов электродвигателей собственных нужд электростанций: дисс. канд. техн. наук. Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, Иваново, 2006.
2. Zhengyou, H. Wavelet Analysis and Transient Signal Processing Application for Power Systems / H. Zhengyou. – Southwest Jiaotong University.: China Electronic Power Press. – 2016. 250 p.